



T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

BÖLÜMÜ

ISI TRANSFER LABORATUVARI

ISIL İŞİNİM ÜNİTESİ

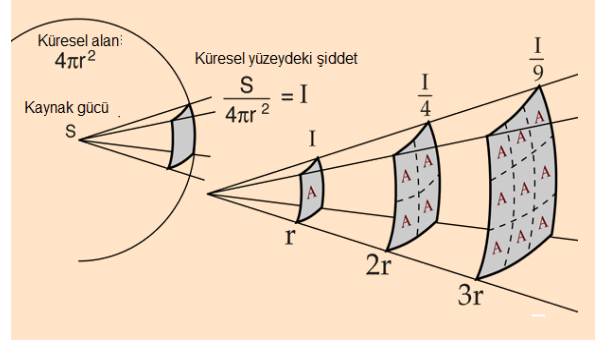
DENEY – 1: ISI İÇİN TERS KARE KANUNU

1. DENEYİN AMACI:

Bir yüzeydeki ışıma şiddetinin, yüzeyin ışıma kaynağı ile olan uzaklığının karesi ile ters orantılı olduğunu gösterilmesi.

2. TEORİ:

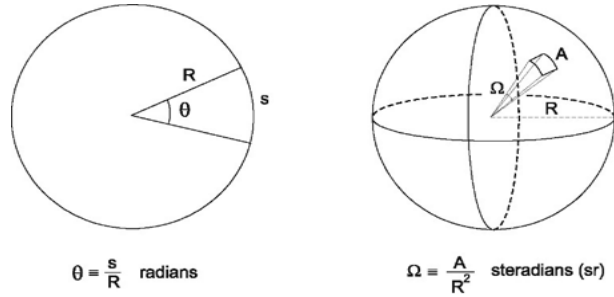
Ters kare kanunu, belirli bir fiziksel büyüklüğün miktarı veya şiddeti o fiziksel büyüklüğün kaynağından uzaklığının karesiyle ters orantılı olduğunu belirten bir fiziksel kanundur. Tüm yönlerde sınırlanılmadan ve eşit etki gösteren herhangi bir noktasal kaynak ters kare kanununa uyar. Bu durum tamamıyla geometrik hususlardan ortaya çıkmaktadır.



Herhangi bir r yarıçapında etkinin şiddeti, kaynağın gücünün kürenin alanına oranıdır. Ters kare kanununun temeli geometrik olduğundan dolayı birçok fiziksel olay içinde geçerlidir. Noktasal yerçekimi kuvveti kaynağı, elektrik alan kaynağı, ışık kaynağı, ses ve ışıma kaynağı ters kare kanununa uyar.

Ters kare kanununun geometrik temelini incelediğimizde katı açı tanımı ortaya çıkar.

Katı açı, üç boyutlu uzayda bir noktadan bir eğrinin iki ucu arasına çekilen doğru çizginin oluşturduğu nesnenin iki boyutlu açısıdır. Birimi steradyandır ve Ω ile gösterilir.

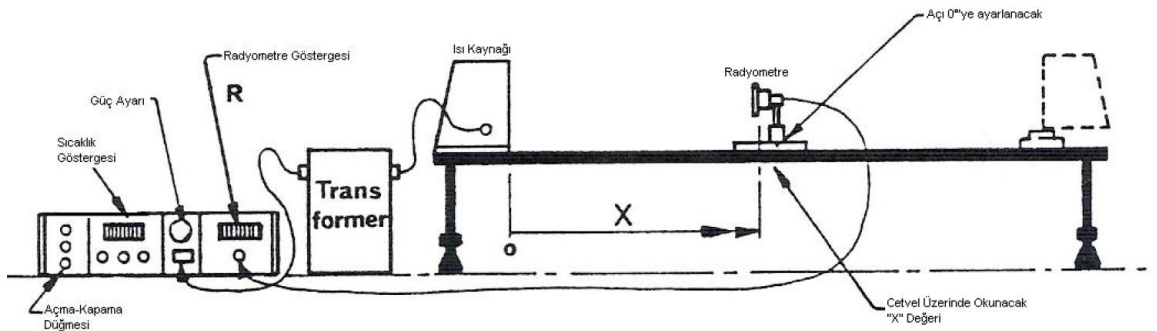


Düzlem açığa benzetilirse şöyle söylenebilir: Birim yarıçaplı bir küre üzerindeki bir yüzey alanı, büyüklük olarak gördüğü katı açığa eşittir (r=1 yarıçaplı bir küre için ikisi de 4π ' dir).

R yarıçaplı bir küre üzerindeki dS diferansiyel alanın gördüğü $d\Omega$ diferansiyel katı açı aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$d\Omega = \frac{dS}{r^2} = \sin \theta \, d\theta \, d\phi$$

3. DENEY DÜZENEGİ:



4. DENEYİN YAPILIŞI:

- Şekilde gösterilen bağlantılar kurulur, kurulu ise kontrol edilir.
- Radyometrenin ısı kaynağından başlangıç uzaklığı 100 mm ($X=100$ mm) olarak ayarlanır.
- Sisteme güç verilir, güç ayarı düğmesi orta konuma getirilir.
- $X=100$ mm'den $X=700$ mm'ye kadar 50 mm aralıklarla ölçüm yapılır. X uzaklık değeri ve radyometre göstergesinin değeri Tablo 1'e kayıt edilir.
- Radyometre değeri okunmadan önce, sistemin sürekli rejime (kararlı hale) gelmesi beklenmelidir.

X (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
R (W.m ⁻²)													

Tablo 1. Uzaklık – Radyometre Değerleri

Log10 X													
Log10 R													

5. HESAPLAMALAR:

- X ve R değerlerinin logaritmasını alarak grafik çiziniz. (grafikteki değerlere bir doğru uydurulur -En küçük kareler metodu, formülleriyle beraber, kullanılacaktır)
- Çizdiğiniz doğrunun eğimini hesaplayarak bulduğunuz eğim değerinin -2'ye ne kadar yaklaştığını hata payınızı hesaplayarak belirleyiniz.
- Grafiğin eğim değerinin neden -2 değerinde olması gerektiğini açıklayınız.

DENEY – 2: STEFAN-BOLTZMANN KANUNU

1. **DENEYİN AMACI:** Işınm şiddetinin kaynak sıcaklığının dördüncü kuvvetiyle değiştiğinin gösterilmesi.

2. **TEORİ:**

İki cisim arasında bir sıcaklık farkı varsa birinden diğerine ısı aktarımı olacaktır. Bu yollardan biri ışımadır. Isınan cismin yüzeyine yakın olan yüklü parçacıklar bu enerjiyle ivmelenirler ve ışıma yaparlar. Bu tip ışıma ısı ışımasıdır. Isıl ışıma on dokuzuncu yüzyılda fizikçileri en çok meşgul eden konuların başında geliyordu. Josef Stefan, John Tyndall'ın deneysel verilerinden faydalanarak 1879 yılında ısı ışıması şiddetinin sıcaklığın dördüncü kuvvetine bağlı olduğunu gözledi. Daha sonra Boltzmann, termodinamik yasalarını kullanarak bu bulguyu teorik olarak da ispatlayarak daha da sağlamlaştırdı.

Stefan-Boltzmann yasası, bir yüzeyden ışıma yoluyla dağılan toplam ısı enerjisinin, yüzeyin mutlak sıcaklığının dördüncü üssüyle orantılı olduğunu belirten yasadır. Termodinamiğin üçüncü yasasına göre sıcaklığı mutlak sıfır olan cisimlerin atomları hareketsiz olduğundan ışıma yapmazlar.

$$q''_{ışıma} = \epsilon \sigma (T_s^4 - T_a^4)$$

$q''_{ışıma}$: Yüzeyin birim alanından yayılan enerji

ϵ : Isı kaynağının yayma oranı (emissivity)

σ : Stefan-Boltzmann sabiti = 5.67×10^{-8} [W.m⁻².K⁻⁴]

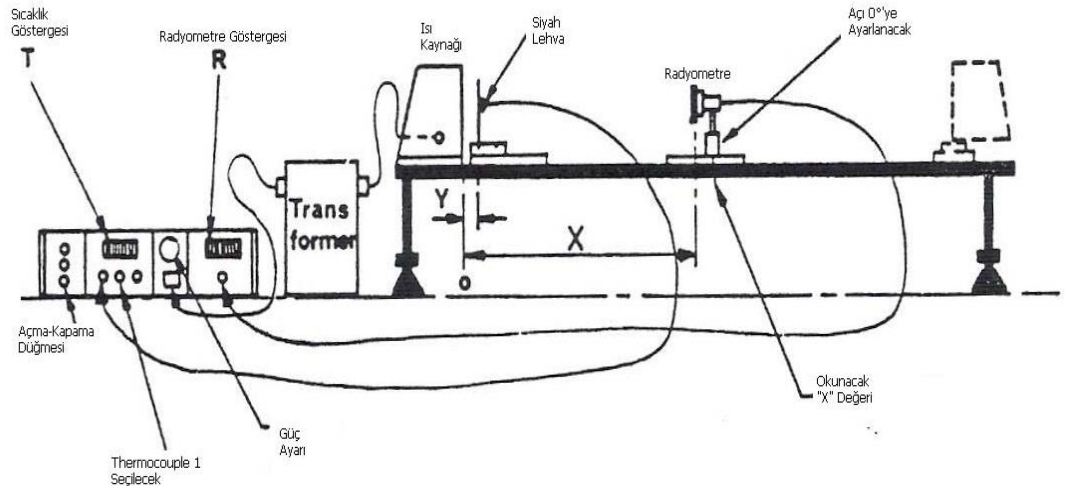
T_s : Isı kaynağının sıcaklığı [K]

T_a : Radyometre ve çevrenin sıcaklığı [K]

Isı kaynağımız olan siyah lehvanın, siyah cisim (black body) davranışı gösterdiği kabul edilecektir. Isı kaynağının yaydığı bütün enerji geometrik nedenlerden dolayı radyometreye ulaşamaz. Kurulan deney düzeneğinde deneysel olarak yayılan enerjiyi bulmak için bir düzeltme faktörü kullanılır:

$$q''_{deneysel} = 5.59 \times R \text{ [W.m}^{-2}\text{]}$$

3. **DENEY DÜZENEGİ:**



4. DENEYİN YAPILIŞI:

- Şekilde gösterilen bağlantılar kurulur.
- Radyometrenin ısı kaynağından uzaklığı 110 mm ($X=110$ mm) olarak ayarlanır.
- Siyah levhanın ısı kaynağından uzaklığı 50 mm ($Y=50$ mm) olarak ayarlanır.
- Sisteme güç verilir, güç ayarı düğmesi en düşük konumda bırakılır.
- Çevre koşullarında, sıcaklık ve radyometre değerleri not edilir.
- Güç ayarı düğmesi en yüksek konuma getirilir.
- Sıcaklık göstergesi Tilk °C'yi gösterdikten sonra her Tbasamak °C'lik artış için sıcaklık ve radyometre değerleri Tablo 2'ye kayıt edilir. Değerler not edilirken, iki değer aynı anda not edilmesine dikkat edilmelidir.
- Tilk ve Tbasamak değerleri deney sırasında verilecektir.

Okunan Değerler		
Lehva Yüzey Sıcaklığı (T_s) [°C]	Radyometre Değeri (R) [W.m ⁻²]	T_A [°C]

5. HESAPLAMALAR:

- Her bir levha yüzey sıcaklığı için deneysel ve teorik hesapları yaparak sonuçları karşılaştırınız. Karşılaştırma yaparken bağıl hatayı hesaplayınız ve yorumlayınız. İşlemler sırasında BİRİMLERE DİKKAT etmeyi unutmayınız!
- Her bir levha yüzey sıcaklığı için birim alan başına gelen ısıyı $q''_{deneysel}$ değeri olarak ve kara cisim kabulü ile Stefan-Boltzmann sabitini yaklaşık olarak hesaplayınız.
- Levha yüzey sıcaklığının $q''_{deneysel}$ ve q''_{teorik} (yani $q''_{ışınım}$) ile değişimini gösteren grafiği çizerek yorumlayınız.

